Ewa Wyka

Kostki wg J. Napiera - siedemnastowieczny przyrząd kalkulacyjny : rola i znaczenie w rozwoju metod obliczeniowych

Prace Komisji Historii Nauki Polskiej Akademii Umiejętności 2, 91-105

2000



POLSKA AKADEMIA UMIEJĘTNOŚCI
TOM II PRACE KOMISJI HISTORII NAUKI 2000

Ewa WYKA

KOSTKI WG J. NAPIERA — SIEDEMNASTOWIECZNY PRZYRZĄD KALKULACYJNY. ROLA I ZNACZENIE W ROZWOJU METOD OBLICZENIOWYCH

Postać Johna Napiera[1], pod imieniem którego znany jest do dziś prosty przyrząd kalkulacyjny, pojawia się na firmamencie nauki w Anglii w latach dwudziestych siedemnastego wieku. W Europie to okres końca Renesansu. Nie przeminął jeszcze czas wielkich mistrzów tej epoki. Galileo Galilei (Pisa 1564-Florencja 1642) w 1593 roku publikuje *Mecchanice*, a dopiero w 1632 roku pojawią się drukiem jego *Dialogi o dwóch głównych systemach świata*. W dniu śmierci ociemniałego Galileusza w jego domowym areszcie w Arcetri w 1642 roku, młody Robert Boyle (1627-1691) przebywa właśnie we Florencji przeżywając wielce to wydarzenie. Od 1609 roku znane są już dwa prawa Johanna Keplera (1571-1630), który po śmierci Tycho de Brahe (1601) sam pracuje w Pradze pod opieką Rudolfa II obliczając tablice położeń planet zwane Rudolfińskimi[2]. W 1619 roku Johann Kepler publikuje kolejne swe dzieło *Harmonices Mundi Librii V*, w Linzu, dokąd przeniósł się po abdykacji Rudolfa na rzecz jego brata Mattiasa. W 1620 roku Renè Descartes rozpoczyna swą ośmioletnią podróż po Europie (Czechy, Węgry, Niemcy, Francja, Włochy), zanim na stałe osiedli się w Holandii.

Znane są już prace Willebrordusa Snelliusa, matematyka i fizyka, profesora w Lejdzie, przedstawiające matematyczne zależności kąta padania i załamania światła. Za blisko dwadzieścia lat narodzą się następni wielcy uczeni wieku siedemnastego: w 1642 roku — Izaak Newton (zm. 1727), a w 1646 roku

[1] Spotykane były różne formy pisowni imienia i nazwiska Johna Napiera: Jhone Napeir, Neapir, Neper, Nepeir, Napare, Neperus. Najczęściej stosowana to Jhone Neper. Współcześnie w literaturze z zakresu historii instrumentów naukowych używana jest forma John Napier.

[2] Wyjaśnione w wydanym w Heidelbergu dziele *Astronomia Nova*.

Gottfried Wilhelm Leibniz (zm. 1716), pomiędzy którymi toczyć się będzie spór o pierwszeństwo w odkryciu rachunku różniczkowego i całkowego.

W teatrach elżbietańskich w Anglii grane są już sztuki Szekspira i pojawia się ich pierwsza edycja *in folio* (1623). W tym samym roku rodzi się Blaise Pascal (zm. 1662), cudowne dziecko matematyki, fizyk, jeden z pierwszych konstruktorów mechanicznej maszyny liczącej. W 1618 roku pokazuje się na niebie kometa.

Instrumentarium naukowe stopniowo acz konsekwentnie ulega przeobrażeniu. Do sprawdzonych już przyrządów astronomicznych z epok minionych, jak astrolabium, sfera armillarna, kompas, zegar słoneczny, dołączają trzy znaczące wynalazki wieku XVI: teodolit[3], grafometr[4] i cyrkiel proporcjonalny Gallileusza[5]. Wiek XVII znacząco powiększy to instrumentarium. Niderlandzki optyk Sacharias Jansen konstruuje pierwszy teleskop (1608), Evangelista Torricelli (1608-1647) — barometr (1644), z Włoch powoli, z początku nie w celach naukowych, przenika do Europy termometr. Szybko, wzorując się na teleskopie do obserwacji obiektów dalekich, skonstruowany został przyrząd do obserwacji obiektów bliskich — mikroskop. Od połowy wieku znany jest jeden z najważniejszych przyrządów fizyki eksperymentalnej — pompa próżniowa.

Coraz częściej uświadamiana jest potrzeba pomiarów badanych zjawisk. Wiek XVII to okres rozwoju nowych dziedzin nauki. Matematyka praktyczna coraz szerzej wykorzystywana jest w miernictwie, balistyce, architekturze, w handlu i kupiectwie. W wielu dziedzinach nauki pojawia się konieczność stosowania sprawnego aparatu matematycznego, szczególnie w astronomii i rozwijającej się nawigacji. Nowo odkryte drogi morskie pobudziły rozwój handlu. Pojawiła się konieczność precyzyjnych obliczeń nawigacyjnych, by ustalić terminy trwania rejsów, umówić w określonym terminie odbiorców produktów, wyliczyć koszty, rozliczyć podatki. W astronomii żmudne i skomplikowane obliczenia, zajmujące dużo czasu, stanowią czynnik zwalniający rozwój. Jedyną pomocą jest liczydło o dość ograniczonym zastosowaniu.

W 1614 roku ze Szkocji przychodzi w sukurs potężne narzędzie obliczeniowe — logarytmy. Autorem logarytmów jest John Napier, choć niezależnie idea ta narodziła się już wcześniej na kontynencie europejskim[6]. Rachunek loga-

---

[3] Prosty *teodelitus* był narzędziem wykorzystywanym w nowej technice triangulacji opisanej po raz pierwszy przez Gemmę Frisiusa w 1533 roku. Opublikowany został w 1571 roku przez Leonarda Diggesa.

[4] Grafometr, przyrząd mierniczy do pomiaru kątów, skonstruowany został do pomiarów geodezyjnych przez Philippe'a Danfrie'a w 1597 roku.

[5] Gallileusz opisał swój przyrząd w *Le Operazione del compasso geometrico e militare*, wydanej w Padwie w 1606 roku. Skale naniesione na ramionach umożliwiały obliczenia geometryczne, balistyczne, inżynieryjne, stanowiąc wczesny uniwersalny przyrząd przeliczeniowy.

[6] John Napier nie był jedynym, który podał ideę logarytmów. Jost Bürgi (1552-1632), szwajcarski zegarmistrz i konstruktor przyrządów naukowych, podał ją w 1588

rytmiczny oddał do rąk badaczy szybką technikę wykonywania skomplikowanych działań, stosowaną aż do lat siedemdziesiątych naszego wieku. Tym jednym z największych osiągnięć wieku siedemnastego John Napier na stałe wpisał się na karty historii nauki światowej.

John Napier — urodził się w Edynburgu w 1550 roku za panowania króla Edwarda VI, syna Henryka VIII. Czasy, w jakich wzrastał, nie pozostały bez śladu na życiu i działalności Napiera. Syn poważanego sir Archibalda Napiera, pobierał nauki w domu rodzinnym, a w wieku lat trzynastu podjął studia w kolegium św. Salwatora Uniwersytetu św. Andrzeja. Po dwóch latach, nie uzyskując żadnego tytułu, opuszcza Szkocję. Kilka następnych lat spędza w Europie studiując prawdopodobnie w Paryżu oraz w Niderlandach. W 1571 roku wraca do Edynburga, a po śmierci ojca osiedla się w rodzinnej posiadłości Merchiston, gdzie doczekuje końca swoich dni 4 kwietnia 1617 roku.

Zainteresowania Johna Napiera były bardzo wszechstronne, a jego postać do dziś owiana jest mgiełką tajemnicy. W czasach, w których żył, nauka, filozofia i religia przeplatały się wzajemnie, a uczeni angażowali się we wszystkie te trzy sfery. Napier, jako zagorzały protestant, publikuje w 1653 roku traktat teologiczny[7], który sam cenił sobie bardzo wysoko. Był pomysłodawcą — w celu wykorzystania ich w walce przeciwko hiszpańskiej Armadzie — czołgów, łodzi podwodnych czy też „gorejących luster". Szukał metod osuszania kopalń, był propagatorem zwiększania plonów poprzez stosowanie nawozów sztucznych, głównie soli. Był podejrzewany o kontakty z magią. Nade wszystko był jednak Napier matematykiem, który pozostawił po sobie bogatą spuściznę naukową. Jest autorem praw o trójkątach sferycznych, jako pierwszy wprowadza przecinek w notacji ułamków dziesiętnych, głównie znany jest jako autor logarytmów.

Ideę te wyłożył po raz pierwszy w traktacie *Mirifici logarithmorum canonis descriptio* opublikowanym w Edynburgu w 1614 roku. Dwa lata później pojawia się pierwsze angielskie tłumaczenie dzieła przez Edwarda Wrighta. Logarytmy szybko zostały zaakceptowane i wykorzystane do obliczeń. W Anglii ich wielkim entuzjastą był matematyk Henry Briggs[8], który jeszcze w 1617 roku ułożył jedne z pierwszych tablic logarytmicznych, a w 1624 roku uzupełnił je o logarytmy funkcji trygonometrycznych.

---

roku, ale drukiem została wydana w Pradze w 1620 roku. Książka nosiła tytuł *Arithmetische und geometrische Progres-Tabulen, sambt gründlichen Unterricht, wie solche nützlich in allerley Rechnungen zu gebrauchen und verstanden werden sol.*

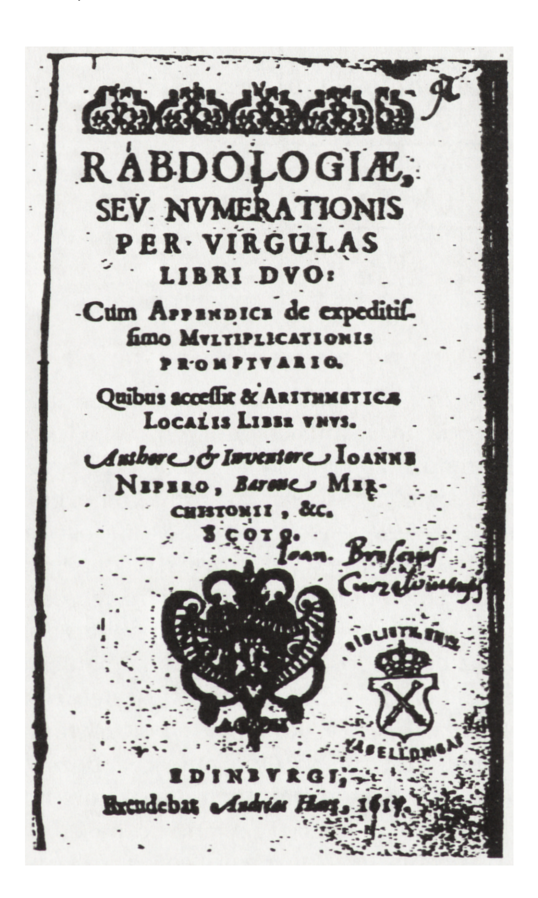
[7] J. Napier, *Plaine Discovery of the whole Revelation of St. John.*

[8] Henry Brigss (1556–1630) — matematyk, profesor geometrii w Oxford i Cambridge, pozostawał w bliskich kontaktach z J. Napierem. Logarytmy Napiera, jak i Bürgiego nie posiadały podstawy, co komplikowało posługiwanie się nimi. Henry Briggs zaproponował Napierowi przyjęcie za podstawę 10 i wyliczył wartości logarytmów dla liczb naturalnych 1–10 000.



Ryc. 1. John Napier (1550–1617). Wg [1]

Podobnie jak logarytmy, równie szybko doceniona została inna pomoc w obliczeniach – zestaw kostek kalkulacyjnych – pierwsze urządzenie liczące. Konstrukcja i sposób użycia zostały po raz pierwszy wyjaśnione w *Rabdologiae, seu Numerationis per Virgulas libri duo*, pośmiertnie wydanej pracy Napiera w Edynburgu w 1617 roku[9]. W tym samym roku książka była już dostępna we Frankfurcie na targach, a pierwsze wydanie niemieckie ukazało się w Strasburgu w 1618 roku, kolejne w Berlinie w 1623 roku. Inne wydania to: włoskie z 1623 i 1630 roku i niderlandzkie w latach 1626 (Gouda), 1626 i 1628 (Lejda), 1634 i 1646 (Amsterdam).



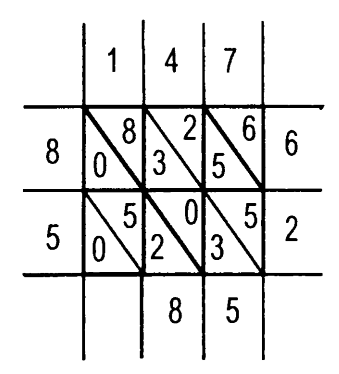
RABDOLOGIÆ,
SEV. NVMERATIONIS
PER VIRGULAS
LIBRI DVO:
Cum APPENDICE de expeditis-
simo MVLTIPLICATIONIS
PROMPTVARIO.
Quibus accessit & ARITHMETICÆ
LOCALIS LIBER VNVS.
Authore & Inventore IOANNE
NEPERO, Barone MER-
CHISTONII, &c.
SCOTO.
EDINBVRGI,
Excudebat Andreas Hart, 1617.

Ryc. 2. Strona tytułowa traktatu Johna Napiera *Rabdologiae, seu Numerationis per Virgulas libri duo*, 1617 r. BJ 585185/I

[9] Nazwa *Napier's Bones* przyjęła się za Thomasem Bretnorem, który już w 1617 roku użył jej po raz pierwszy. W 1667 roku William Leybourne sugerował, że nazwa ta wiąże się z materiałem, z jakiego kostki często były wykonywane. Trudno uznać inną sugestię, jakoby miała być związana z faktem pośmiertnego wydania *Rabdologiae*...

Idea kostek została zaczerpnięta przez Napiera z wczesnej metody mnemotechnicznego „mnożenia w kratkach" znanej jako *geolosia*. Metoda polegała na odpowiednim zapisie mnożnej i mnożnika, wpisaniu pośrednich wyników mnożenia w kratki, w których oddzielone są kreską ukośną pola jedności i dziesiątek, a następnie odczytaniu wyniku przez dodawanie cyfr w ukośnych polach zgodnie z poniższym przykładem:

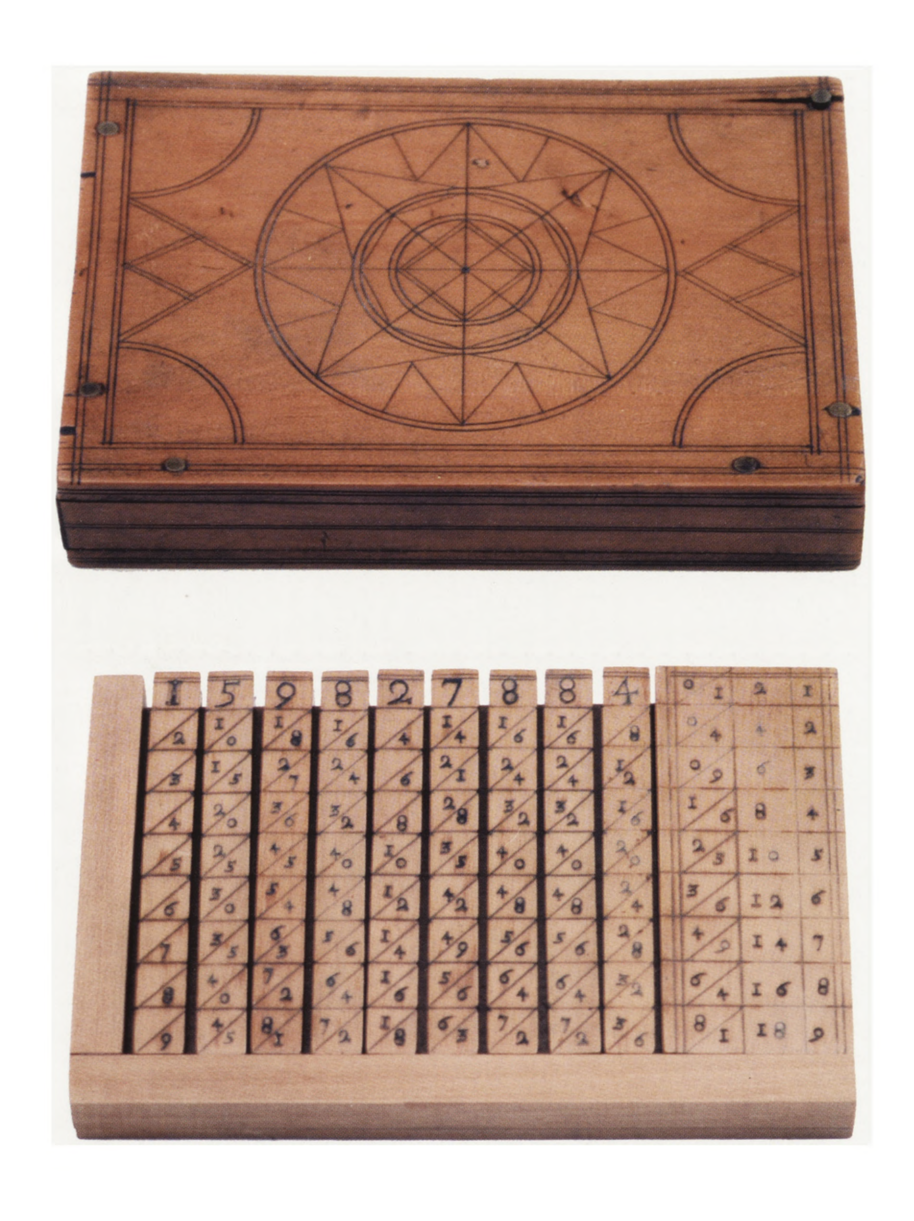
58 x 147 = 8526



Wykorzystując tę samą ideę, John Napier przeniósł tabliczkę mnożenia na prostopadłościenne kostki, na ściankach których, w odpowiedniej sekwencji, umieszczone są wyniki mnożenia od 1 do 9 . Każde pole przecięte jest przekątną z rozdzieleniem pól dziesiątek i jedności jak przy „mnożeniu w kratkach". Na szczycie kostki zaznaczona jest wartość liczby, która jest mnożona przez 1-9. Celem szybkiego orientowania się w „zawartości" danej kostki, suma szczytowych liczb umieszczonych na przeciwległych ściankach daje zawsze wartość 9. Przy dziesięciu kostkach każda wartość mnożnika powtarza się więc cztery razy. Dodatkowo umieszczona była jedna szeroka kostka z naniesionymi wartościami kwadratów i sześcianów liczb 1-9. Taka budowa kostek umożliwiała wykonywanie mnożenia, dzielenia, pierwiastkowania i potęgowania. Oczywiście, stopień wykorzystania kostek zależał od umiejętności i poziomu intelektualnego użytkownika. Najprostszym działaniem było mnożenie liczby jednocyfrowej przez wielocyfrową. Na kostce pierwszej czytano liczbę jednocyfrową. Na pozostałych układano cyfry liczby wielocyfrowej. Wynik czytano od tyłu sumując wartości z odpowiednich pól.

Nieco większą wprawę należało wykazać, by bez zapisu pośredniego wykonać mnożenie liczby wielocyfrowej przez dwucyfrową. Wykonywane w pamięci operacje wyglądają wówczas następująco:

3579 x 86 (Fot. 2)



Fot. 1. Zestaw kostek wg J. Napiera z XVII w., Londyn, Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego. Fot. G. Zygier



Fot. 2. Przykład mnożenia 7 × 3579 na kostkach.
Współczesna kopia przyrządu. Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego
Fot. J. Kozina

3579 × 8
będzie: 2 4+4 0+5 6+7 2
2 8 6 3 2
odpowiedź: 28 632

3579 × 6
będzie: 1 8+3 0+4 5+2 4
2 1 4 7 4
odpowiedź: 21 474

wynik całkowity: 28632
+ 21474

307794

	3	5	7	9
1	0/3	0/5	0/7	0/9
2	0/6	1/0	1/4	1/8
3	0/9	1/5	2/1	2/7
4	1/2	2/0	2/8	3/6
5	1/5	2/5	3/5	4/5
6	1/8	3/0	4/2	5/4
7	2/1	3/5	4/9	6/3
8	2/4	4/0	5/6	7/2
9	2/7	4/5	6/3	8/1

Wyniki pośrednie odczytywane były z kostek, a przy bezpośrednim odczycie wyniku należało pamiętać o odpowiednim dodawaniu wyników pośrednich. Często dla uniknięcia zapisów pośrednich stosowano do pomocy liczydło.

Dzielenie wymagało już niestety zapisu pośredniego i było operacją bardziej skomplikowaną. Podzielmy 207 991 przez 43. Ustawiamy wartość 43 na kostkach i odczytujemy:

43 x 4 jest 172
43 x 5 jest 215, tak więc pierwsza cyfra w wyniku będzie 4. Odejmujemy: 207 -172, otrzymujemy 35 jako początek następnej liczby i ponawiamy tę samą operację, otrzymując cyfrę 4 i kolejno 3 i 7. Otrzymujemy wynik dzielenia bez reszty 4837. Przy dzieleniu, stosując niezmienną do dziś procedurę, wykorzystywano kostki do wykonywania pomocniczych mnożeń. Kostki dają też możliwość wyciągania drugiego i trzeciego pierwiastka przy dość skomplikowanej procedurze postępowania.

Analizując możliwości obliczeniowe kostek, pokusić się można o dwie uwagi. Po pierwsze, kostki były przydatne przede wszystkim do przyspieszenia wykonywania prostych mnożeń, działań często powtarzających się, podobnych. Po drugie, stanowiły nieocenioną pomoc dla tych adeptów matematyki, dla których znajomość tabliczki mnożenia do dziesięciu była zbyt trudna do opanowania pamięciowo. Z początkiem XVII wieku nie było to czymś zaskakującym.

W rękach naukowca kostki dawały oczywiście możliwość wykonywania obliczeń bardziej złożonych. Głównie do powtarzających się obliczeń rekomendował je Izaak Newton[10]. Te dwie istotne zalety spowodowały stosunkowo dużą popularność kostek. Znane były również i w Polsce, lecz wydaje się, że nie były zbyt szeroko rozpropagowane. Do Polski zostały wprowadzone przez Jana

---

[10] Wg: D. J. Bryden, *Napier's bones. A History and Instruction Manual*, Harriet Wynter Ltd., 1992.

Brożka (1585-1652), profesora Akademii Krakowskiej. Brożek, matematyk, historyk nauki o szerokich zainteresowaniach, otwarty na wszelkie nowości w nauce światowej, był autorem wielu liczących się prac z zakresu matematyki, geometrii, miernictwa. Nas interesuje tu głównie podręcznik do arytmetyki *Arithmetica Integrorum* wydany w Krakowie w 1620 roku[11]. Brożek po raz pierwszy w Polsce opisał w nim ideę logarytmów Napiera, jak i budowę oraz sposób posługiwania się kostkami Napiera. Wykorzystał tutaj wprost oba traktaty Napiera, które posiadał w swej bogatej bibliotece.


ARITHMETICA
INTEGRORVM
EDITA
à M. IOANNE BROSCIO CVRZELOVIENSI, Ordinario Academiæ Cracouiensis Astrologo.

Virgil. FELIX QVI POTVIT RERVM COGNOSCERE CAVSAS.

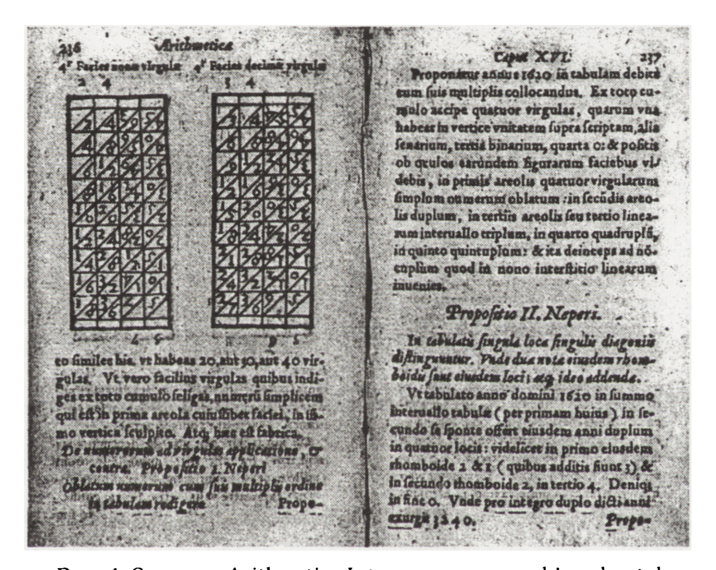
CRACOVIÆ,
Prelo Novodvorsciano.

Ryc. 3. Strona tytułowa podręcznika J. Brożka *Arithmetica Integrorum*, Kraków 1620, BJ Cim 1318

Jan Brożek wydaje się być jedynym z matematyków polskich, który opisał kostki Napiera. Posiadał kilka egzemplarzy tych kostek. Aby rozpropagować ich

[11] Książka wydana została z fundacji Nowodworskiego jako pierwsza z tej fundacji. Zob. J. N. Franke, *Jan Brożek (J. Broscius), Akademik Krakowski 1585–1652. Jego życie i dzieła ze szczególnym uwzględnieniem prac matematycznych*, Kraków 1884.

stosowanie, podarował cztery zestawy kostek w różne miejsca. Po jednym otrzymała szkoła akademicka Nowodworskiego i szkoła Tucholska[12]. Kostki metalowe podarował Brożek Walentemu Raczkowskiemu[13], swemu przyjacielowi. Egzemplarz czwarty otrzymał Franciszek Zajerski[14], matematyk, z którym Brożek utrzymywał korespondencję. Podręcznik *Arithmetica Integrorum* wykorzystywany był do wykładów w Akademii Krakowskiej[15] w latach 1648–1656, o czym świadczy spis tematów wykładów matematyki zachowany z tego okresu. W XVII wieku, mimo zdecydowanego regresu w matematyce polskiej, pojawiło się kilka wartościowych dzieł. Logarytmy zostały opisane jedynie w niektórych z nich. Do najwartościowszych należy zaliczyć *Arithmetica Integrorum* Jana Brożka, wydaną w Gdańsku pracę Piotra Crügera *Praxis Trigonometriae logarithmicae cum Logarithmorum Tabulis* oraz Joachima Stegmana, rektora Akademii w Rakowie, *Institutionum mathematicarum libiri II* z 1630 roku.



to similes his, vt habeas 20, aut 30, aut 40 virgulas. Vt vero facilius virgulas quibus indiges ex toto cumulo seligas, numerū simplicem qui est in prima areola cuiuslibet faciei, in summo vertice sculpito. Atq; hæc est fabrica.

De numerorum ad virgulas applicatione, & contra. Propositio 1. Neperi

Oblatum numerum cum suis multiplis ordine in tabulam redigere. Propo-

Caput XVI. 237

Proponatur annus 1620 in tabulam debitè cum suis multiplis collocandus. Ex toto cumulo accipe quatuor virgulas, quarum vna habeat in vertice vnitatem supra scriptam, alia senarium, tertia binarium, quarta 0: & positis ob oculos earundem figurarum faciebus videbis, in primis areolis quatuor virgularum simplum numerum oblatum: in secūdis areolis duplum, in tertiis areolis seu tertio linearum interuallo triplum, in quarto quadruplū, in quinto quintuplum: & ita deinceps ad nōcuplum quod in nono interstitio linearum inuenies.

Propositio II. Neperi.

In tabulatis singula loca singulis diagoniis distinguuntur. Vnde duæ notæ eiusdem rhomboidis sunt eiusdem loci; atq; ideo addendæ.

Vt tabulato anno domini 1620 in summo interuallo tabulæ (per primam huius) in secundo se sponte offert eiusdem anni duplum in quatuor locis: videlicet in primo eiusdem rhomboide 2 & 1 (quibus additis fiunt 3) & in secundo rhomboide 2, in tertio 4. Deniq; in fine 0. Vnde pro integro duplo dicti anni exurgit 3240. Propo-

Ryc. 4. Strona z *Arithmetica Integrorum* z rysunkiem kostek

---

[12] Obie szkoły należały do tzw. kolonii uniwersyteckich. Szkoła Tucholska była szkołą parafialną, uposażoną przez Bartłomieja Nowodworskiego (1545–1625) w 1621 roku jako zakład filialny.

[13] Walenty Raczkowski, sekretarz królewski, przyjaciel Brożka, który pomagał mu finansowo po utracie takowej pomocy ze strony prymasa Wawrzyńca Gembickiego. Prymas W. Gembicki wstrzymał dotację na rzecz Brożka, gdy ten odmówił stanowiska lekarza przybocznego prymasa.

[14] Ks. Franciszek Zajerski (1568–1631), absolwent Akademii Krakowskiej, dr teologii, biskup, profesor szkoły kolegiackiej w Ołyce, założonej przez Albrechta Radziwiłła z inicjatywy F. Zajerskiego. Przyjaciel Brożka, jest autorem tekstów matematycznych zachowanych w rękopisie.

[15] J. N. Franke, *Jan Brożek*...

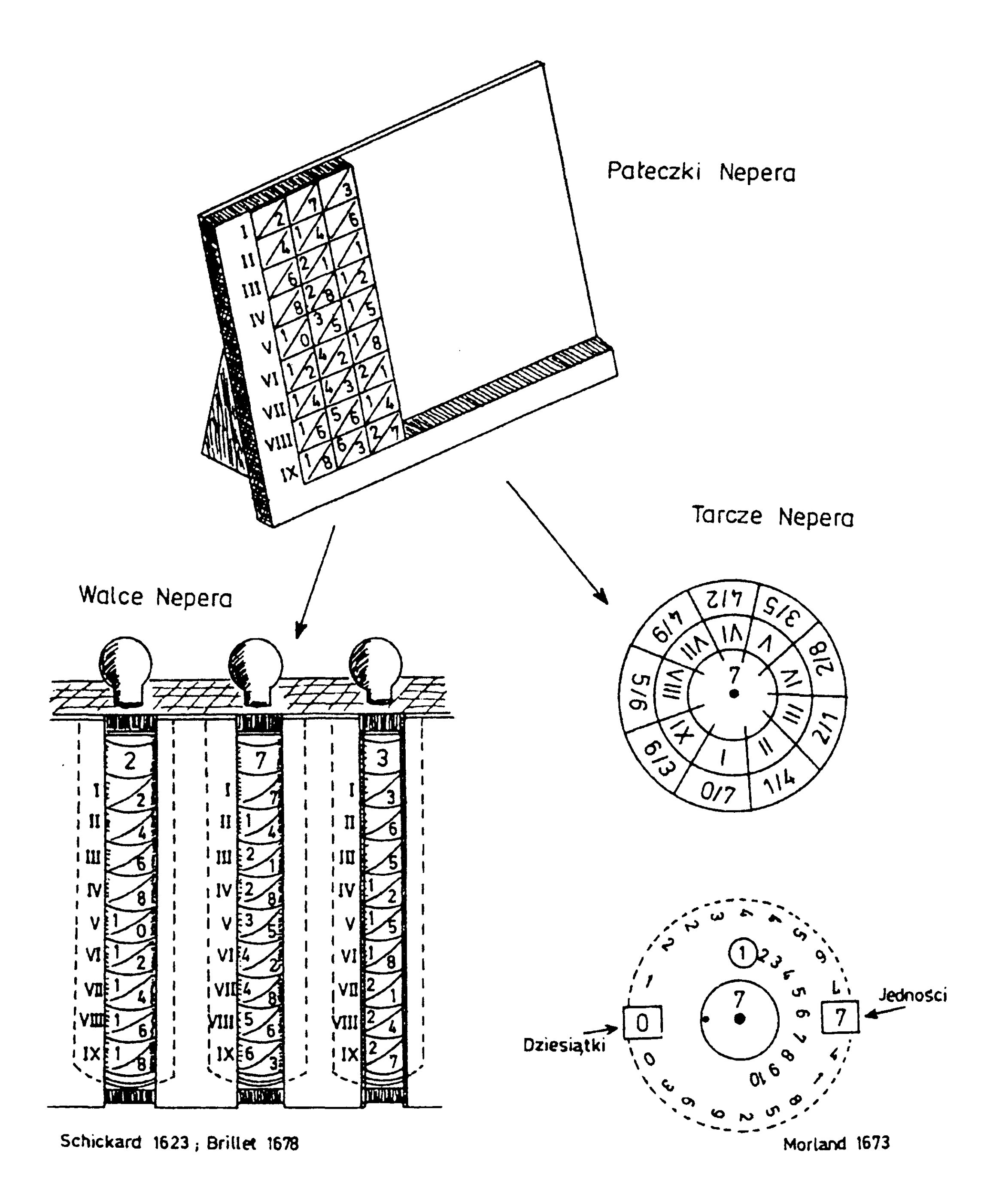
Kostki, ze względu na prostotę w posługiwaniu się i taniość wykonania, szybko znalazły uznanie we wszystkich sferach zainteresowanych obliczeniami. Bardzo wcześnie pojawiły się też pierwsze modyfikacje przyrządu. Najwcześniejsza z nich dotyczyła sposobu ułożenia rzędów liczb na wszystkich ściankach kostek w tym samym kierunku, a nie w dwóch przeciwległych, jak wykonał to Napier.

Drugą innowacją, szybko podchwyconą przez wykonawców, było wprowadzenie podstawki odczytowej ułatwiającej równe układanie kostek. Praktycznie większość zachowanych do dziś egzemplarzy to wersje już z tymi zmianami. Były to ulepszenia nie mające znaczenia dla zasady działania przyrządu — stanowiły jedynie zmiany ułatwiające pracę.

Istotna modyfikacja przyrządu znana jest z pośmiertnie wydanej pracy matematycznej jezuickiego matematyka Gaspara Schotta (1608–1666) w 1668 roku. Schott zastąpił prostopadłościenne kostki cylindrami. Na każdym cylindrze umieścił wyniki mnożenia dla liczb w zakresie 0–9. Cylindry osadzone zostały w drewnianym, zamykanym pudełku. Na wieku pudełka, dla ułatwienia wykonywania działań pośrednich, umieszczona była tabela dodawania. W takim rozmieszczeniu wybór poszczególnych cyfr danej liczby polegał na obracaniu walców.

Inna modyfikacja kostek — to próba zastosowania tarcz przez Samuela Morlanda w 1673 roku. Przyrząd składał się z wielu tarcz z naniesioną tabliczką mnożenia na obwodzie każdej z tarcz. Wyniki mnożenia pojawiały się oddzielnie jako jedności i dziesiątki, co wymagało dodatkowej operacji dodawania. Zgodnie z pomysłem Morlanda, z pudełeczka z tarczami wybierano krążki z cyframi stanowiącymi mnożną i nakładano je na pionowe ośki. Następnie nakładana była przesłona i każdą tarczę przekręcano tak, aby w przesłonie widoczna była cyfra mnożnika. Odczytane iloczyny cząstkowe sumowano i te same czynności powtarzano z drugą cyfrą mnożnika. Przyrząd nie zyskał uznania użytkowników, ponieważ praca z tą maszynką była bardziej skomplikowana i długotrwała niż przy użyciu kostek. Coraz częściej zresztą już pod koniec XVII wieku można była zakupić drukowaną tabliczkę mnożenia. Urządzenie Morlanda, choć nieudane, było jedną z kilku prób skonstruowania mechanicznej maszyny do liczenia z wykorzystaniem cylindrów Napiera.

Jedną z pierwszych konstrukcji był zegar liczący Wilhelma Schickarda (1592–1635) datowany na 1623 rok. Wilhelm Schickard, syn mistrza stolarskiego z małej wioski w Wirtembergii, dzięki pomocy ze strony rodziny, uzyskuje magisterium z teologii na uniwersytecie w Tybindze. Kilka lat później zostaje dziekanem w Nurtingen, gdzie spotyka się z będącym tam przejazdem Johannem Keplerem. Kepler, otwarty na wszystko, co nowe, bez żadnych uczuć zazdrości w stosunku do innych uczonych, pozostaje przez resztę swego życia w bliskiej przyjaźni z młodym Schickardem. Schickard wiedział, że Kepler pracuje nad tablicami ruchu planet. Chcąc ulżyć Keplerowi w żmudnych obliczeniach, Schickard konstruuje pierwszą maszynę liczącą. Pisze w liście do wielkiego



Ryc. 5. Kolejne etapy rozwoju kostek Napiera. Wg [2]

uczonego i swego przyjaciela: "mechanicznie próbowałem zrobić to, co ty wykonujesz ręcznie, i zbudowałem maszynę, która natychmiast, automatycznie przelicza zadane liczby, dodaje, odejmuje, mnoży, dzieli [...] Skakać będziesz pewnie z radości, gdy zobaczysz, jak przenosi ona liczbę dziesiątek i setek lub też ujmuje ją przy odejmowaniu"[16]. W pół roku później Schickard posyła do Keplera szkic maszyny z dokładnym jej opisem.

Urządzenie, jak pisał sam konstruktor, umożliwiało wykonywanie czterech podstawowych działań arytmetycznych. Część górna maszyny mieściła w sobie sześć cylindrów napierowskich. Część ta służyła do wspomagania przy mnożeniu, ruchome listwy ułatwiały odczyt wyników cząstkowych, które były wykorzystywane w dalszych obliczeniach. W części środkowej znajdował się sumator dwukierunkowy do wykonywania dodawania i odejmowania. Sumator ten był całkiem nowatorskim, pierwszym rozwiązaniem, które w sposób mechaniczny realizowało przeniesienie wartości jedności do dziesiątek. Schickard zastosował tu tzw. koła pośrednie, dziesięciozębowe, poruszane jednym zębem tarczy zapisowej. Tarcza umieszczona była między dziewiątką a zerem i jeden obrót koła pośredniego powodował za pośrednictwem tarczy obrót koła położonego z lewej o jedną dziesiątą obrotu. W maszynie Schickarda znajdowało się pięć kół pośrednich. W podstawie maszyny mieściła się „pamięć czasowa" do zapisu wyników z poszczególnych etapów obliczeń. Nie zachował się ani bardziej szczegółowy opis urządzenia, ani informacje na temat powodów pożaru, który zniszczył maszynę. Schickard żył w czasach wojny trzydziestoletniej (1618–1648), podczas której Wirtembergia wiele ucierpiała, nękana również zarazami. Ofiarami zarazy była także rodzina Schickarda, jego żona, trzy córki, służący, a na końcu sam Wilhelm Schickard[17].

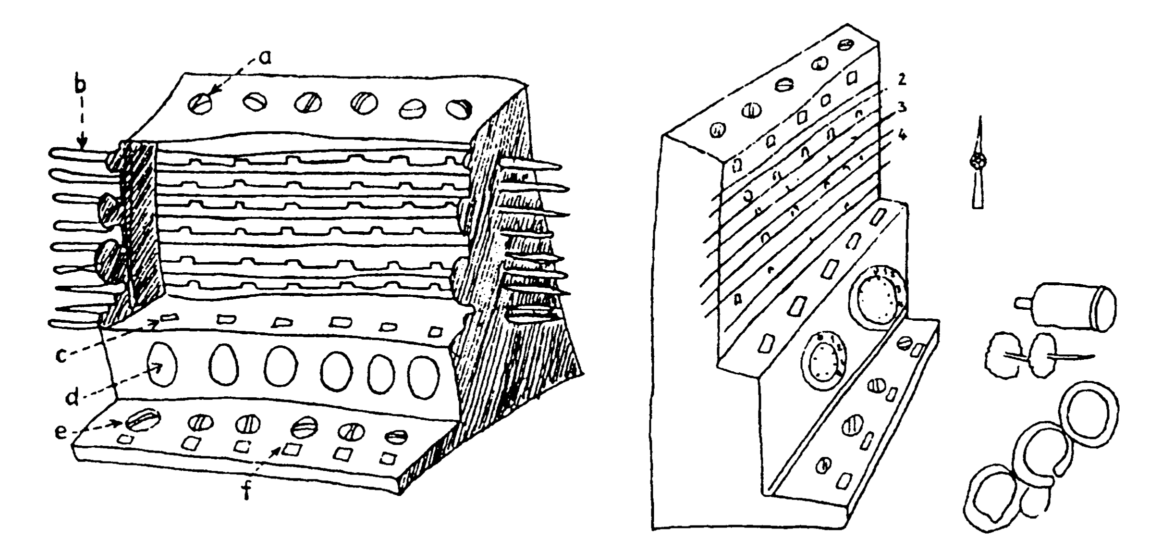
Maszyna, choć bardzo obiecująca w swej konstrukcji, nigdy nie ujrzała światła dziennego. Jak pisze Schickard w liście do Keplera, spłonęła w lutym 1624 roku wraz z wyposażeniem warsztatu mechanika Johanna Pfistera, który był jej wykonawcą. Schickard nigdy już nie był w stanie odbudować swego zegara liczącego. Co więcej, mgła tajemnicy nad tą maszyną rozpościerała się do połowy XX wieku, kiedy to po raz pierwszy odnaleziono dwa rysunki tegoż zegara w dwóch różnych miejscach: w Stuttgarcie i w Pułkowie. Pierwszy z nich stuttgarcki znaleziony został w 1935 roku przez niemieckiego historyka dr. Franza Hammera. Drugi rysunek zegara odnalazł ten sam badacz ponad dwadzieścia lat później w materiałach stanowiących część spuścizny po Keplerze pozostającej w Rosji. Materiały te kupione zostały w sto lat po śmierci Johanna

---

[16] Cytat zaczerpnięty z książki Roberta Ligonnière, *Prehistoria i historia komputerów*, Zakład Narodowy im Ossolińskich, 1992, s. 25.

[17] Z rodziny Schickardów pozostał jedynie syn, który wydał pośmiertnie dzieła lingwistyczne swego ojca.

Keplera przez cesarzową rosyjską Katarzynę II i przekazane po II wojnie do archiwum obserwatorium w Pułkowie[18].



Ryc. 6. Dwa szkice maszyny liczącej wykonane przez Schickarda, znalezione w spuściźnie po Keplerze w Pułkowie (po lewej) i w Stuttgarcie (po prawej). Wg [2]

Zegar liczący Schickarda był najważniejszym urządzeniem mechanicznym, którego konstrukcję próbowano częściowo oprzeć na walcach Napiera. Wszelkie późniejsze przyrządy wykorzystywały już przede wszystkim mechaniczne układy zazębiających się kół lub inne rozwiązania realizując system automatycznych przeniesień. W miarę wprowadzania mechanicznych maszyn liczących kostki Napiera straciły znaczenie jako przyrząd przyspieszający mnożenie. Pozostały wciąż istotną pomocą w nauce arytmetyki na poziomie podstawowym. Praktyczne użycie kostek miało miejsce do końca XVIII wieku.

Dłużej przetrwały inne przyrządy obliczeniowe, które były związane z osobą Johna Napiera, poprzez wykorzystanie zasady logarytmów. Takim przyrządem był suwak, pierwszy raz skonstruowany w Anglii w 1620 roku przez Williama Guntera (1581-1621). Do jego użycia konieczny był cyrkiel do odkładania odcinków. Wersję unowocześnioną z dwiema skalami podał William Ougthred (1574-1660) w 1632 roku. Przyrząd stosowany był do szybkich, lecz

[18] Odnalezienie tych cennych archiwaliów rzuciło inne światło na utarte w historii nauki stwierdzenie, że konstruktorem pierwszej maszyny liczącej był Blaise Pascal w 1642 roku. Obydwie konstrukcje powstawały niezależnie, obydwie też posiadały zasadnicze różnice w budowie. Szczegółowy opis obu maszyn przedstawiony jest w: R. Ligonnière, *Prehistoria...*

przybliżonych obliczeń. W formie prawie niezmienionej przetrwał do lat siedemdziesiątych naszego wieku, kiedy to został wyparty z użycia przez podręczne kalkulatory elektroniczne. W ten sposób ostatecznie zakończyła się rola napierowskich przyrządów obliczeniowych w historii nauki.

Kostki Napiera już od lat są zaliczane do obiektów o charakterze muzealnym. Obecnie każde szanujące się muzeum nauki zaczyna gromadzić suwaki, które choć zapomniane, do dziś znaleźć jeszcze można w szufladach inżynierskich biurek. Przyrządy te stają się eksponatami muzealnymi o charakterze edukacyjnym, będąc dowodem przemijających metod obliczeniowych. Aspekty muzeologiczne z czasem dominują w nich nad użytkowymi.

Historyczny instrument naukowy traktowany winien być w tych samych kategoriach, co i dzieło sztuki. Dla dzieła sztuki ważna jest więc sygnatura — w przypadku instrumentu — wynalazca i wytwórnia.

Poziom artystyczny dzieła — to dla instrumentu precyzja skali, dokładność, nowatorstwo rozwiązań technicznych. Nie bez znaczenia jest też strona estetyczna. Wczesne instrumenty naukowe to, oprócz precyzji wykonania, prawdziwe dzieła sztuki rękodzielniczej. W tych też kategoriach należy spojrzeć na zestaw kostek Napiera zakupiony do zbiorów naukowych Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Jest to bez wątpienia jedyny w Polsce egzemplarz tego przyrządu. Wykonany został w Londynie z końcem XVII wieku. Kostki wykonane są z drewna owocowego, zamykane w drewnianym pudełeczku z zasuwką. Jest to typowy model angielski, z podstawką odczytową[19]. Na pudełku zachowały się oryginalne zdobienia w kształcie geometrycznych figur oktagonalnych. Wzór ten stosowany był na pudełkach z końcem XVII wieku przez londyńskich wytwórców. Potwierdza to wczesne datowanie przyrządu. Zachowane w muzeach światowych egzemplarze kostek nie są sygnowane. Ich wykonanie nie wymagało pracy profesjonalnych mechaników czy rzemieślników, którzy zwykle podpisywali swe dzieła. Zestaw ze zbiorów uniwersyteckich też nie jest sygnowany. Stanowi on jednak oryginalny komplet, bowiem każda z kostek ma wybity numer „5", naniesiony przez wykonawcę. Stan zachowania i wykonanie stawiają ten zestaw na tym samym poziomie, co egzemplarze z tak prestiżowych muzeów, jak Science Museum w Londynie, muzea nauki w Oxford i Cambridge czy National Museum of Scotland w Edynburgu.

---

[19] Podstawka odczytowa, jak i jedna kostka nie są oryginalne.

Literatura

1. D.J. Bryden, *Napier's bones. A History and Instruction Manual.* Harriet Wynter Ltd., 1992.
2. Robert Ligonnière, *Prehistoria i historia komputerów,* Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wydawnictwo, 1992.
3. *Instruments of Science. An Historical Encyclopedia,* The Science Museum. The National Museum of American History, Smithsonian Institution, N.Y., London 1998.
4. J. N. Franke, *Jan Brożek (J.Broscius), Akademik Krakowski 1585–1652. Jego życie i dzieła ze szczególnym uwzględnieniem prac matematycznych,* Kraków 1884.
5. A. Gittelman, *History of Mathematics,* Ch. E. Merrill Publishing Com., Columbus.
6. J. Brożek, *Wybór pism,* Warszawa 1956.